T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİ

SİSTEM TOPRAKLAMALARI

Ankara, 2013

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.

- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.

- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR ii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 3
1. PANELLERİN TOPRAKLANMASI 3
1.1. Topraklama, Topraklama Çeşitleri ve Ekipmanları 3
1.2. Paneller Arası Topraklama 7
1.3. Paneller İle Güneş Sehpası Arası Topraklama 8
UYGULAMA FAALİYETİ 10
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 13
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 14
2. GÜNEŞ SEHPASI TOPRAKLAMASI 14
2.1. Topraklama Çubuklarının Çakılması 14
2.2. Topraklama Kablolarının Çekilmesi 16
2.3. Topraklama Bağlantılarının Yapılması 17
UYGULAMA FAALİYETİ 18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 20
MODÜL DEĞERLENDİRME 21
CEVAP ANAHTARLARI 22
KAYNAKÇA 23

AÇIKLAMALAR

ALAN	**Yenilenebilir Enerji Teknolojileri**
DAL/MESLEK	**Ortak Alan**
MODÜLÜN ADI	**Sistem Topraklamaları**
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül güneş panel sisteminin topraklanması ile ilgili bilgilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	Güneş panellerinin topraklama sistemlerinin kurulmasını yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel amaç** Gerekli ortam ve ekipman sağlandığında paneller arası ve ana topraklama hattı topraklama bağlantılarını yapabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Uygun araç gereç ile paneller arası topraklama bağlantılarını yapabileceksiniz. **2.** Uygun ekipman ile ana topraklama hattının bağlantısını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam**: Yenilenebilir enerji sistemleri atölyesi **Donanım**: Toprak elektrodu, toprak iletkeni, el takımları, meger, ölçü aletleri, cıvata, somun, kazı gereçleri, delme aletleri, topraklama elemanları, merdiven, matkap, el breyzi, el aletleri, kablo pensi, pense, yankeski, kablo konnektörü, kontrol kalemi, avometre, koruyucu eldiven ve gözlük
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modül ile Yenilenebilir Enerji Teknolojileri alanında mesleğiniz ile ilgili konulardan biri olan güneş paneli sistemi topraklamasını öğreneceksiniz.

Bu modülü aldığınızda topraklama, topraklama çeşitleri ve ekipmanları, paneller arası topraklama, güneş sehpası topraklaması, topraklama çubuklarının çakılması, topraklama kablolarının çekilmesi ve topraklama bağlantılarını öğreneceksiniz.

İşletmelere staj için gittiğinizde sistem topraklaması kurulumunun ne kadar önemli olduğunu ve size çok fayda sağlayacağını daha iyi göreceksiniz.

Bu modülü başarıyla tamamladığınızda mesleki yeterliliğinizi daha da artırarak sektörün istediği vasıflarda bir eleman olacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli ortam ve ekipman sağlandığında güneş panellerinin topraklanmasını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

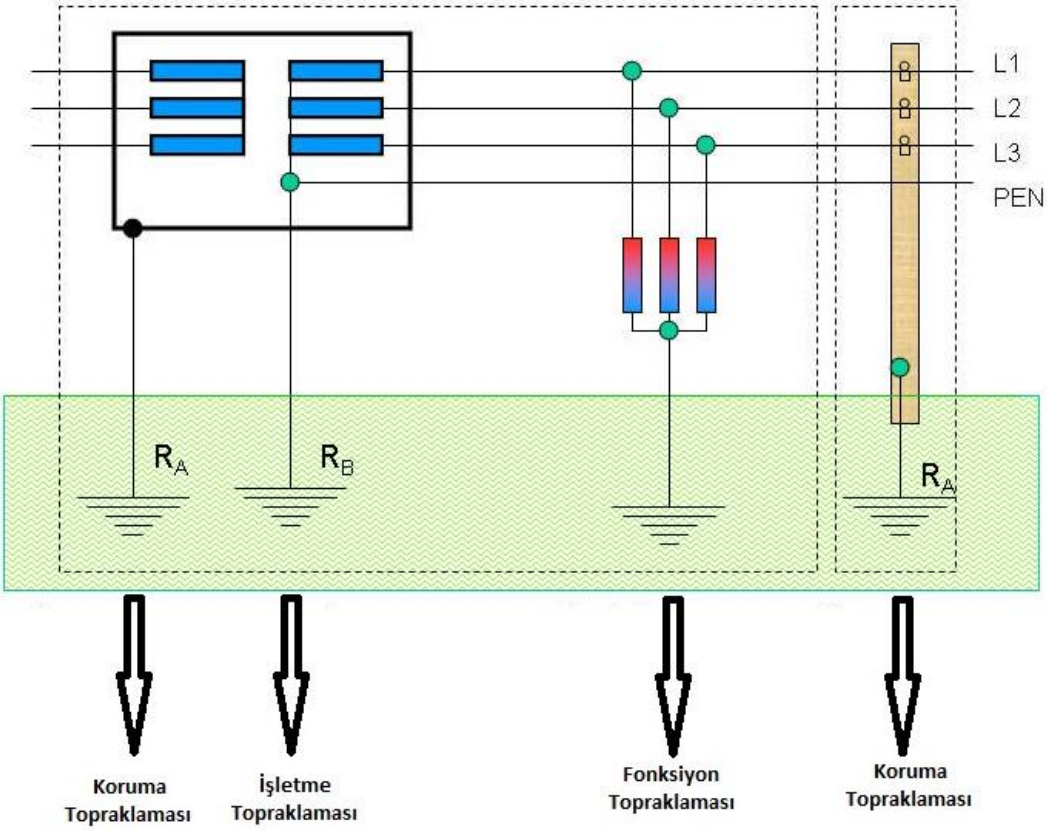
- Topraklama çeşitlerini araştırınız.
- Topraklama ekipmanları hakkında bilgi toplayınız.

1. PANELLERİN TOPRAKLANMASI

1.1. Topraklama, Topraklama Çeşitleri ve Ekipmanları

Enerji üretim, iletim ve dağıtım şebekelerinde insan hayatı ve bazı aygıtların korunması bakımından yapılan en etkili önlemlerden biri de topraklamadır. Topraklama, gerilim altında olmayan bütün tesisat kısımlarının uygun iletkenlerle toprak kitlesi içerisine yerleştirilmiş bir iletken cisme (elektrot) bağlanmasıdır. Topraklamanın amacı, elektrikli alıcıları kullananların can güvenliğini sağlamak ve cihazların zarar görmesini önlemektir. Bütün elektrik makinelerinin gövdeleri, boruların madeni kısımları, tablo ve benzerlerinin metal kısımları topraklanmalıdır.

Topraklama çeşitleri; koruma topraklaması, işletme topraklaması, yıldırıma karşı yapılan topraklama ve fonksiyon topraklaması diye dörde ayrılır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: Topraklama çeşitleri

- **Koruma topraklaması:** İnsanları tehlikeli dokunma gerilimlerine karşı korumak için işletme araçlarının aktif olmayan kısımlarının topraklanmasıdır. Bir yalıtım hatasında elektrik devresinin aşırı akım koruma aygıtları ile açılmasını sağlamak için gerilim altında olmayan iletken tesis bölümlerinin topraklayıcılara ya da topraklanmış bölümlere doğrudan doğruya bağlanmasıdır.

- **İşletme topraklaması:** Tesisin normal işletilmesi için işletme akım devresinin topraklanmasıdır. Alçak gerilim şebekelerinde transformatörlerin sıfır noktalarının, doğru akım tesislerinde bir kutbun veya orta iletkenin topraklanması ile yapılır. Böylece sistemde toprağa karşı oluşacak gerilimin belirli değerleri aşmamasına çalışılır. Orta ve yüksek gerilim şebekelerinde işletme topraklaması ülkelerin yönetmeliklerine göre değişmektedir. Ülkemizde orta gerilim şebekeleri direnç üzerinden topraklanmaktadır. Yüksek gerilim şebekelerinin ise direkt olarak topraklanması yoluna gidilmektedir.

- **Yıldırıma karşı yapılan topraklama:** Yıldırım, bulut ile yer arasındaki elektrik yüklerinin hızlı deşarj olma olayıdır. Yıldırımın oluşması, bir bulutun alt kısmındaki enerjinin yeterli seviyeye geldiği zaman ($10kv/cm^2$) toprağa

doğru bir elektron demeti olarak harekete geçmesidir. Yıldırım düşmesi durumunda işletme gereği gerilim altında bulunan iletkenlere atlamaları geniş ölçüde önlemek ve yıldırım akımını toprağa iletmek için işletme akım devresine ilişkin olmayan iletken bölümlerin topraklanmasıdır. Örneğin; hava hatlarının koruma iletkenleri, madeni veya beton direkler özel bir topraklayıcı üzerinden topraklanır. Buna yıldırım topraklaması adı verilir.Yıldırım topraklaması da bir nevi koruma topraklamasıdır ve onun için iki topraklama birbirine bağlanır.Yıldırım topraklamasının amacı hem elektrik tesisine düşen bir yıldırımın sebep olduğu aşırı gerilim dalgasının işletme araçlarına zarar vermeden toprağa iletilmesi hem de binalara düşen yıldırımın insan hayatına zarar vermeden ve bir yangına sebep olmadan toprağa atılarak zararsız hâle getirilmesidir.

- **Fonksiyon topraklaması:** Bir iletişim tesisinin veya bir işletme elemanının istenen fonksiyonu yerine getirmesi amacıyla yapılan topraklamadır. Fonksiyon topraklaması, toprağı dönüş iletkeni olarak kullanan iletişim cihazlarının işletme akımlarını da taşır. Bir tesisin veya bir işletme elemanının istenen fonksiyonu yerine getirebilmesi amacıyla yapılan topraklamadır. Yıldırım etkilerine karşı koruma, raylı sistem topraklaması, zayıf akım cihazlarının topraklaması, telsiz haberleşme sistemleri bu tip topraklamaya en iyi örneklerdir.

Statik elektriğe karşı topraklama da yapılmaktadır. Statik elektrik, elektronların atomlar arasında hareket etmesiyle ortaya çıkan enerji olarak düşünülebilir. Statik elektriğe en büyük örnek olarak yıldırım verilebilir. Kısacası statik elektrik katının katıya, sıvının katıya veya iki sıvının birbirine sürtünmesi sonucu oluşan, genel olarak bir işe yaramayan ve zaman zaman arklar şeklinde boşalan elektrik enerjisidir. Bu kontrolsüz güç, çok önemli bir yangın çıkış sebebidir. Endüstriyel ve ticari işlemlerde, yangın riskinden dolayı statik elektriğin büyük bir önemi vardır. Endüstriyel ve ticari işlemlerde statik elektrik; transport işlerinde, konveyör bantlarında, kaplama işlemlerinde, örtme ve doldurma işlemlerinde, basım ve matbaa işlemlerinde, karıştırma işlemlerinde ve sprey uygulamaları gibi birçok yerde görülmektedir.

Topraklama tesislerinin yapımında topraklayıcılar (topraklama elektrodu), topraklama iletkenleri ve bağlantı parçaları kullanılır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayınlanan "Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği"ne uygun olarak şerit, profil (köşebent), levha ve örgülü iletken topraklama elemanları üretilmektedir.

- **Topraklama elektrodu:** Toprağa gömülü ve toprakla iletken bir bağlantısı olan veya beton içine gömülü, geniş yüzeyli bağlantısı olan iletken parçalarıdır. Konuma göre topraklayıcılar:

  - **Yüzeysel topraklayıcı:** Genel olarak 0,5-1 m arasında bir derinliğe yerleştirilen topraklayıcıdır. Galvanizli şerit veya yuvarlak ya da örgülü iletkenden yapılabilir. Yıldız, halka, gözlü topraklayıcı ya da bunların karışımı olabilir.

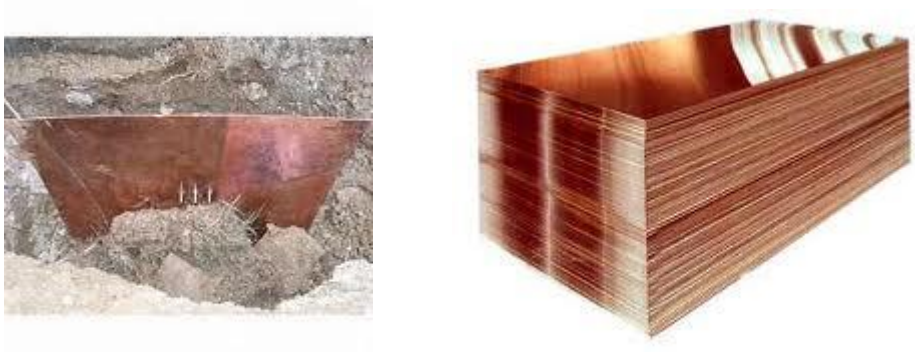
- **Derin topraklayıcı:** Genellikle düşey olarak 1 m'den daha derine yerleştirilen topraklayıcıdır. Galvanizli boru, yuvarlak çubuk veya benzeri profil malzemelerden yapılabilir.

Topraklayıcı olarak aşağıdaki elemanlar kullanılabilir:

- Şerit veya örgülü iletken topraklayıcı (Resim 1.1)
- Çubuk topraklayıcı veya profil (köşebent) topraklayıcı (Resim 1.2)
- Levha topraklayıcı (Resim 1.3)

Resim 1.1: Şerit topraklayıcı

Resim 1.2: Çubuk topraklayıcı



Resim 1.3: Levha topraklayıcı

Topraklama elektrotları toprak ile sürekli temasta bulunduğu için korozyona (kimyasal ve biyolojik etkiler, oksitlenme, elektrolit, korozyon oluşumu ve elektroliz vb.) karşı dayanıklı malzemeden olmalıdır. Bunlar hem montaj esnasında çıkabilecek mekanik zorlanmalara karşı dayanıklı olmalı hem de normal işletmede oluşan mekanik etkilere dayanmalıdır. Beton temeline gömülen çelik ve çelik kazıklar veya diğer topraklayıcılar topraklama tesisinin bir kısmı olarak kullanılabilir.

- **Bağlantı elemanları**: Klemens, pabuç ve diğer yardımcı bağlantı elemanlarından oluşmaktadır. Bakır ve galvanizden yapılmaktadır (Resim 1.4).

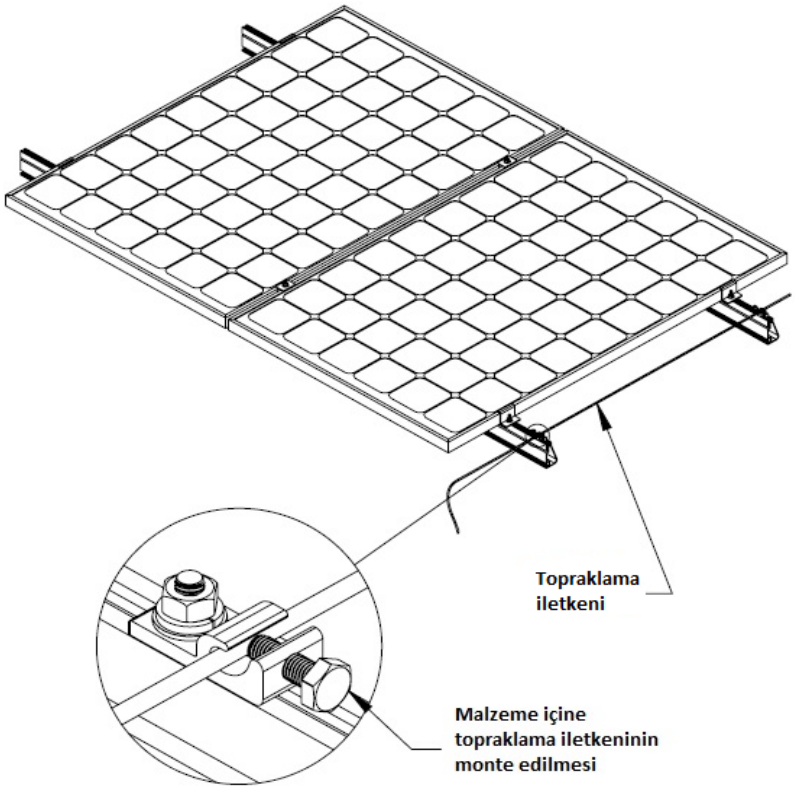
Resim 1.4: Topraklama bağlantı elemanları

1.2. Paneller Arası Topraklama

Tüm modül çerçeveleri, modül topraklamanın zorunlu olduğu ülkelerde düzgünce topraklanmalıdır. PV (Photo Voltaic) modüllerin metalik çerçevelerinin topraklanması için belirlenen teçhizat, modülün açıkta kalan metal çerçevelerini topraklamak için bağlanmalıdır. Topraklama vidaları, cıvatalar ya da diğer parçalar modülün montaj parçalarından ayrı olarak kullanılmalıdır.

Yenilenebilir enerji üreten foto-voltaik sistemler, kurulum yeri ve kurulum alanı sebebi ile yıldırım düşme tehlikesi riski taşır. Binaların ve foto-voltaik sistemlerin korunması, tesislerin işletimde kalma sürelerinin artırılması ve yatırımların güvenliği açısından önemlidir. Güneş panelleri, montaj yeri özelliğine göre som bakır ve esnek bakır iletkenler ile topraklanır. Foto-voltaik sistemlerin bozulmasındaki en büyük etken genellikle yıldırım düşmesi sonucunda oluşan yüksek gerilimdir. Bu gibi durumlarda foto-voltaik sistemin kullanıcısı, sistemin durmasından kaynaklanan zararın yanı sıra yüksek tamir bedeli ile karşı karşıya kalır. Bu hasarlara engel olmak için birbirine uygun olarak tasarlanmış yıldırım ve yüksek gerilim koruması kullanılmalıdır.

Güneş panellerinin metal olan çerçeveleri güneş panel sehpası montaj rayının üzerinde olduğu için güneş panelleri montaj raylarının topraklanması güneş panellerini de topraklamış olacaktır.

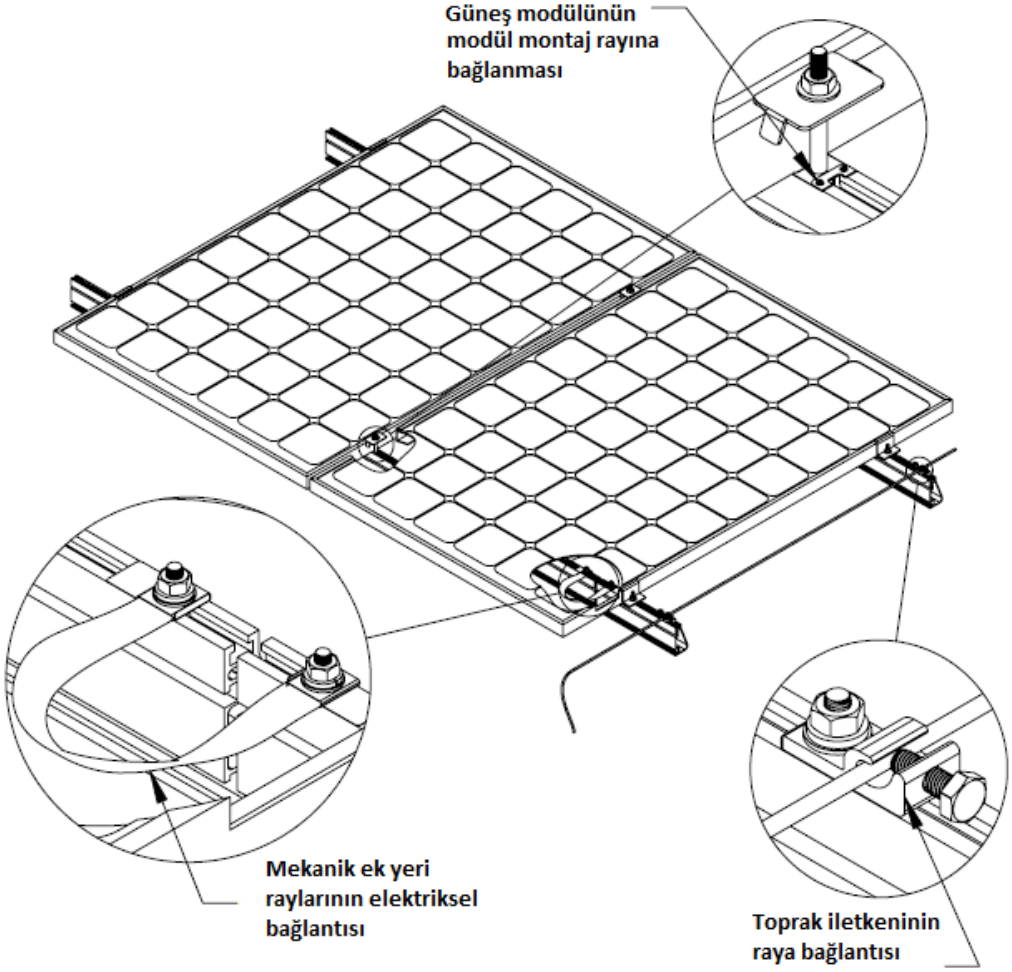


Resim 1.5: Güneş panellerine topraklama iletkeninin bağlanması

1.3. Paneller İle Güneş Sehpası Arası Topraklama

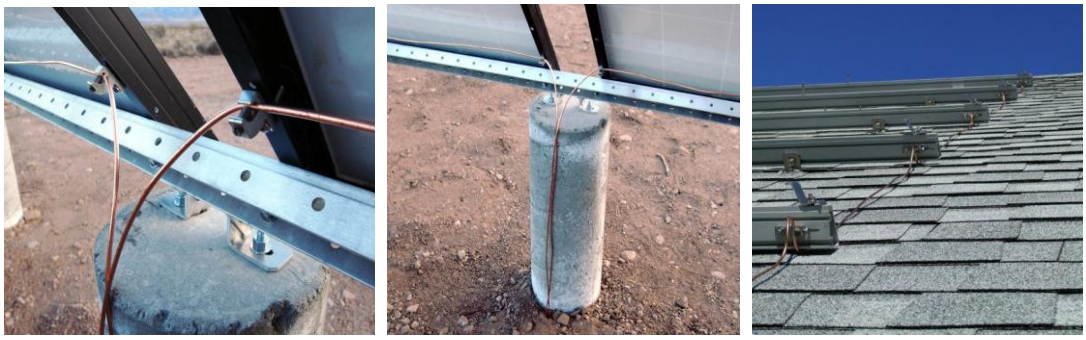
Foto-voltaik sistemlerin uygulama alanları daima eldeki tüm yüzeyi kaplayacak şekilde tasarlandığından mevcut TT topraklama sistemiyle entegre edilmeleri gerekmektedir. TT topraklama sisteminde koruma topraklaması alıcının yanında yapılır, trafoya sadece faz ve nötr kabloları çekilir.

Güneş panelleri metal montaj rayları üzerine monte edilir. Güneş panellerinin metal çerçevesi ile montaj rayı iletken olduğu için ve birbirlerine temas ettiği için güneş paneli montaj rayının topraklanması güneş panelini de topraklamış olacaktır. Güneş paneli montaj raylarının ek yerleri de elektriksel olarak birbirine bağlanmalıdır (Resim 1.6).



Resim 1.6: Güneş panellerinin montaj rayına bağlantısı

Güneş panelleri montaj yeri özelliğine göre som bakır ve esnek bakır iletkenler ile aşağıdaki belirtilen uygulamalardaki gibi topraklanır (Resim 1.7).

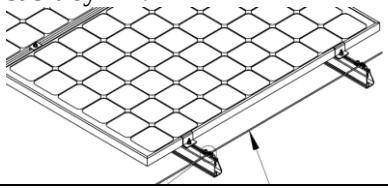


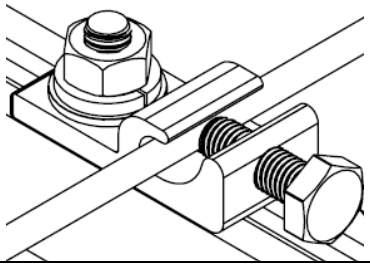
Resim 1.7: Açık alanlarda ve yapılarda güneş panellerinin topraklanması

UYGULAMA FAALİYETİ

Bir evin çatısı üzerinde bulunan güneş paneli sistemine topraklama iletkeni bağlantısı yapınız.

Resim 1.8: Çatı üzerindeki güneş sehpasına topraklama iletkeninin çekilmesi

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Güneş panel sisteminin topraklaması için kullanılacak topraklama iletkenini temin ediniz. ➢ Montaj için kullanılacak vida, cıvata ve somunları temin ediniz. 	➢ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alıp işe başlamadan önce iş elbisesi, iş eldiveni ve iş ayakkabisi giyiniz. ➢ Çalışma ortamını hazırlayıp çalışma ortamı için gerekli olan araç ve gereçleri temin ediniz. ➢ Yapılacak uygulama için gerekli iş güvenliğine dikkat ediniz.
➢ Topraklama kablosunun iyi bir elektriksel temas sağlayabilmesi için güneş panel sistemi montaj raylarına uygun aparatlarla kusursuz olarak sabitleyiniz. 	➢ Çalıştığınız yeri her zaman temiz ve düzenli tutunuz.

➢ Topraklama iletkenini güneş paneli rayına monte ediniz. 	➢ Montaj esnasında sabırlı ve dikkatli olunuz. ➢ Vidalama esnasında vidayı elimizle sıkı tutmalı ve tornavidayı dikkatli kullanmalıyız yoksa elimize zarar verebiliriz.
➢ Çalışma sonlarında çalışma ortamınızın tertip düzen ve temizliğini sağlayınız.	➢ Kullandığınız gereçlerin gerekli bakımlarını yapıp yerlerine koyunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğünü giyip gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Güneş panel sistemine monte edilecek uygun topraklama iletkenini seçtiniz mi?		
3. Topraklama iletkenini güneş paneli rayına monte ettiniz mi?		
4. Kullandığınız gereçlerin gerekli bakımlarını yapıp yerlerine koydunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Topraklama, gerilim altında olmayan bütün tesisat kısımlarının uygun iletkenlerle toprak kitlesi içerisine yerleştirilmiş bir iletken cisme (elektrot) bağlanmasıdır.

2. ( ) Topraklamanın amacı, elektrikli alıcıları kullananların can güvenliğini sağlamak ve cihazların zarar görmesini önlemektir.

3. ( ) İnsanları tehlikeli dokunma gerilimlerine karşı korumak için işletme araçlarının aktif olmayan kısımlarının topraklanmasına işletme topraklaması denir.

4. ( ) Bir iletişim tesisinin veya bir işletme elemanının istenen fonksiyonu yerine getirmesi amacıyla yapılan topraklamaya fonksiyon topraklaması denir.

5. ( ) Güneş panelleri, montaj yeri özelliğine göre som bakır ve esnek bakır iletkenler ile topraklanır.

6. ( ) Foto-voltaik sistemlerin bozulmasındaki en büyük etken genellikle yıldırım düşmesi sonucunda oluşan yüksek gerilimdir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gerekli ortam ve donanım sağlandığında topraklama çubuklarını çakıp topraklama bağlantılarını yapabileceksiniz.

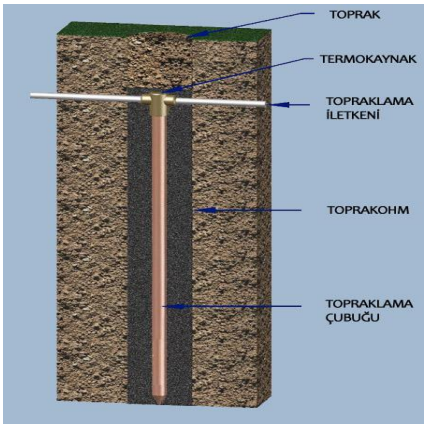
ARAŞTIRMA

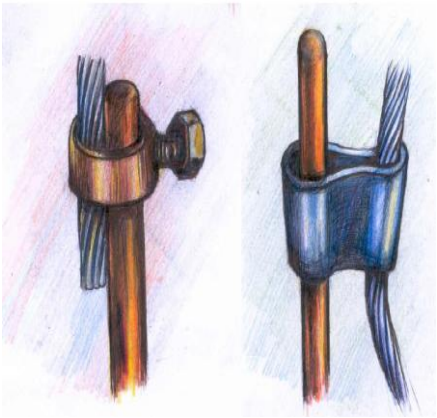
- Topraklama çubukları hakkında bilgi toplayınız.
- Topraklama iletkenlerini araştırıp arkadaşlarınıza sununuz.

2. GÜNEŞ SEHPASI TOPRAKLAMASI

2.1. Topraklama Çubuklarının Çakılması

Mahalli şartlar başka bir gerecin kullanılmasını gerektirmiyorsa topraklayıcı olarak en iyisi sıcak galvanizli çelik, bakır kaplamalı çelik ya da bakır kullanılmalıdır. Topraklama elektroduna irtibat iletkeni çeşitli kalınlıkta yuvarlak, örgülü veya yassı lama şeklinde bakır veya galvanizli iletkenden yapılmaktadır (Resim 2.1).





Resim 2.1: Toprak içerisindeki topraklama çubuğuna iletkenin bağlantısı

Topraklama iletkenlerinin en küçük kesiti Elektrik Tesisleri Topraklama Yönetmeliği'ne göre;

- Bakır: 16 mm² ,
- Alüminyum: 35 mm² ,

- Çelik: 50 mm² olmalıdır.

İyi bir topraklama çubuğunun elektriksel olarak düşük iç direnci bulunmalı ve kesiti yüksek akımların taşınması için yeterli olmalıdır. Mekaniksel olarak yüksek mukavemete sahip olmalı, kolay çakılma için katı bir merkeze sahip bulunmalı, dayanıklı ve korozyona dirençli olmalıdır.

Topraklama çubuğu ile topraklama iletkeninin irtibatı klemens sistemi ile sağlanır. Klemens sisteminin bulunmadığı çubuklarda, çubuk tepesinden kaynak sistemi ile irtibat yapılır. İrtibatlama klemens sistemi ile yapılırsa irtibat noktası katran veya benzeri bir madde ile koruma altına alınır. Uygun boyutlarda ve istenen topraklama direncini sağlayacak sayıda seçilen topraklama çubukları, düşey olarak ve üst ucu toprağın en az 80 cm altında olacak şekilde toprağa çakılmalıdır. Çubuk topraklayıcılar özellikle özgül toprak direnci derinliğe bağlı olarak azalan yerlerde tercih edilmelidir. Birden fazla çubuğun çakıldığı durumlarda iki çubuk arasındaki mesafe çubuk boyunun minimum iki katı olacaktır. Çubuklar toprağa sağlamca fakat çeperindeki toprağı gevşetmeyecek şekilde çakılacaktır. Çubuklar önceden delinen delikler içerisine konmayacaktır. Delik delme mecburiyeti olursa çubuk konduktan sonra etrafına elenmiş tarla toprağı veya killi toprak konulacaktır.

Topraklama, en az iki veya üç adet genellikle çapı 12,5 mm ile 40 mm arasında ve en az 1,20 m uzunluğunda toprağa dikey olarak çakılan çubuklarla yapılır. Ülkemizde genellikle 20 mm çapında iki parçalı 3 m veya 3,5 m uzunluğunda bakır veya çelik-bakır elektrotlar kullanılır. Daha büyük uzunluklar için çubuklar birbirine eklenebilir. Topraklama çubuğu uzunluğu çubuğun çapından daha önemlidir. Topraklama çubuklarının aralıkları, çubuk uzunluğunun iki katı uzunluğunda ve mümkünse kaz ayağı şeklinde yapılmalıdır (Resim 2.2).

Resim 2.2: Kaz ayağı topraklama sistemi

Topraklama çubukları iniş iletkenleri ile toprak yüzeyinin en az 10-15 cm altında birbirine bağlanmalıdır. Bunun nedeni kışın toprak yüzeyinin 5 cm'e kadar donabiliyor olmasıdır. Topraklama çubuğu ile topraklama iletkenleri iki şekilde bağlanabilir:

- Termokaynak ile: Bir grafit kalıp içerisine bakıroksit konularak ateşlenir. Oluşan yanma sonunda topraklama çubuğu ve topraklama iletkeni birbirine kaynamış olur. Bu yöntem, uygulamalarda yapılan yanlışlıklar nedeniyle tavsiye edilmez.
- Ek klemens ile: Topraklama çubuğu ve iniş iletkenleri et kalınlığı iyi olan ek klemensi ile iyice sıkılıp sadece ek yerine zift, yağlı boya vs. sürülerek geçiş direncine engel olacak oksitlenmeler ve korozif etkilerden korunur.

Topraklayıcının çevresindeki toprağa iyi temas etmesi gerekir. Topraklayıcıların tesisinde iyi iletken toprak tabakaları kullanılmalıdır. Toprak tabakalarının kuru olması durumunda, topraklayıcının çevresindeki toprak ıslatılıp çamur hâline getirilmeli, topraklayıcı gömüldükten sonra toprak dövülerek sıkıştırılmalıdır. Topraklayıcının yanındaki taş ve iri çakıllar yayılma direncini artıracağından bunlar ayıklanmalıdır. Şerit ve çubuk topraklayıcıların yayılma direnci daha çok kendi uzaklıklarına, daha az olarak da kesitlerine bağlıdır.

2.2. Topraklama Kablolarının Çekilmesi

Bakır levhadan veya topraklıyıcıdan binaya çekilen topraklama kablo rengi genelde sarı-yeşil, kesiti ise binaya çekilen nötr hattının kesitinin yarısı veya yarıdan fazlası olmalıdır. Örneğin; binaya giren besleme kablosu 3x50+35 mm^2 ise nötr hattı 35mm^2'liktir. Bunun yarısı 16 mm^2 ya da bir üstü olan 25 mm^2 çekilen topraklama iletkeni kesiti olmalıdır. Pratikte böyle yapılmaktadır. Topraklama kablosu çekilirken mekanik zorlamalara dikkat edilmelidir. Duvar geçişlerinin, tavaların döşenmesinde korozyona karşı korumada kolaylıkla ulaşılabilmeli, kimyasal etkilere karşı korunmalıdır. Koruma topraklama direncinin 10 Ohm'dan küçük olması gerekir.

Topraklama iletkenleri mümkün olduğunca kısa yoldan bağlanmalıdır. Topraklama iletkenlerinin mekanik tahribata karşı korunması gerekmektedir. Topraklama iletkenleri toprak üzerine yerleştirilebilir. Böyle bir durumda bunlara her an ulaşılabilir. Bir mekanik tahribat riski söz konusu olacaksa topraklama iletkeni uygun şekilde korunmalıdır. Topraklama iletkenleri beton içerisine de gömülebilir. Bağlantı uçları her iki uçta da kolaylıkla erişilebilir olmalıdır. Çıplak topraklama iletkenlerinin toprağa veya betona girdiği yerlerde aşınmayı önlemek amacıyla özel itina gösterilmelidir. Topraklama iletkenleri birbirine eklenirken ekler, hata akımı geçme durumunda "kabul edilemez ısı yükselmesi"ni önlemek için iyi bir elektriksel sürekliliğe sahip olmalıdır. Ekler gevşek olmamalı ve korozyona karşı korunmalıdır (Resim 2.3).

Resim 2.3: Topraklama çubuğuna topraklama iletkeninin bağlanması

2.3. Topraklama Bağlantılarının Yapılması

Topraklama iletkenini topraklayıcıya, ana topraklama bağlantı ucuna ve herhangi bir metalik kısma bağlamak için uygun bağlantı parçaları kullanılmalıdır. Cıvata bağlantısı yalnız bir cıvata ile yapılırsa en azından M10 cıvata kullanılmalıdır. Örgülü iletkenlerde ezmeli, sıkıştırmalı ya da vidalı bağlantılar gibi kovanlı (manşonlu) bağlantılar da kullanılabilir. Örgülü bakır iletkenlerin kurşun kılıfları bağlantı noktalarında soyulmalıdır. Bağlantı noktaları korozyona karşı (örneğin bitüm gibi maddeler ile) korunmalıdır. Özel aletler kullanılmadan eklerin sökülmesi mümkün olmamalıdır (Resim 2.4).

Resim 2.4: Topraklama bağlantı elemanları

UYGULAMA FAALİYETİ

Açık alanda bulunan güneş paneli sehpasına topraklama çubuğu ve bağlantı elemanlarını kullanarak topraklama iletkenini çekiniz.

Resim 2.5: Açık alandaki güneş panel sehpasının topraklanması

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Projeyi okuyunuz. ➢ Uygun topraklama iletkenini seçiniz. ➢ Montaj için kullanılacak bağlantı elemanlarını temin ediniz.	➢ Çalışma ortamını hazırlayınız. ➢ İş güvenliği tedbirlerini alınız. ➢ Temiz ve düzenli olunuz.
➢ Topraklama iletkeninin iyi bir elektriksel temas sağlayabilmesi için güneş panel sistemi montaj raylarına ve panel çerçevesine uygun aparatlarla kusursuz olarak sabitleyiniz. ➢ Toprak iletkenini toprağa doğru çekiniz.	➢ El ve güç aletlerini (pense, tornavida, yan keski, çakı veya küçük boy falçata, kontrol kalemi) kendi amaçları doğrultusunda kullanınız. ➢ Titiz olunuz ve yaptığınız her işlemi kontrol ediniz.
➢ Toprak elektroduna iletkeni bağlayınız. ➢ Toprak elektrodunu gömünüz.	➢ Yaptığınız her montaj işlemini gözden geçirerek standartlara uygun olup olmadığını kontrol ediniz. ➢ Dikkatli olunuz.
➢ İş bitince öğretmenizi çağırıp beraberce kontrol ediniz.	➢ Çalışma sonunda çalışma ortamınızın tertip düzen ve temizliğini sağlayınız. ➢ Kullandığınız gereçlerin gerekli bakımlarını yapmayı unutmayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Uygun topraklama iletkenini ve bağlantı elemanlarını temin ettiniz mi?		
2. Topraklama iletkenini güneş panel sistemi montaj raylarına ve panel çerçevesine uygun elemanlarla sabitlediniz mi?		
3. Toprak iletkenini toprağa doğru çektiniz mi?		
4. Topraklama iletkenini toprak elektroduna bağladınız mı?		
5. Toprak elektrodunu toprağa gömdünüz mü?		
6. Yapılmış olan montajı kontrol ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Topraklama iletkenlerinin en küçük kesiti Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği'ne göre bakır için ……mm^2dir.

2. İyi bir topraklama çubuğunun elektriksel olarak …….. iç direnci bulunmalı ve kesiti yüksek akımların taşınması için yeterli olmalıdır.

3. Topraklama çubuğu ile topraklama iletkeninin irtibatı …….. sistemi ile sağlanır.

4. Birden fazla topraklama çubuğunun çakıldığı durumlarda iki çubuk arasındaki mesafe çubuk boyunun minimum …… katı olacaktır.

5. Topraklama çubukları iniş iletkenleri ile toprak yüzeyinin en az 10-15 cm altında birbirine bağlanmalıdır. Bunun nedeni kışın toprak yüzeyinin 5 cm'e kadar ……. olmasıdır.

6. Koruma topraklama direncinin ……Ohm'dan küçük olması gerekir.

7. Topraklama çubuğuna yapılan iletken ekler gevşek ……. ve korozyona karşı korunmalıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Topraklamanın amacı, elektrikli alıcıları kullananların can güvenliğini sağlamak ve cihazların …….. görmesini önlemektir.

2. İnsanları tehlikeli dokunma gerilimlerine karşı korumak için işletme araçlarının aktif olmayan kısımlarının topraklanmasına ……..topraklaması denir.

3. Toprağa gömülü ve toprakla iletken bir bağlantısı olan veya beton içine gömülü, geniş yüzeyli bağlantısı olan iletken parçaya topraklama……denir.

4. Güneş panelleri, montaj yeri özelliğine göre som bakır ve esnek …….. iletkenler ile topraklanır.

5. İyi bir topraklama çubuğunun elektriksel olarak düşük iç direnci bulunmalı ve kesiti …… akımların taşınması için yeterli olmalıdır.

6. Birden fazla topraklama çubuğunun çakıldığı durumlarda iki çubuk arasındaki mesafe çubuk ……. minimum iki katı olacaktır.

7. Topraklama çubuğuna yapılan iletken ekler gevşek olmamalıdır ve korozyona karşı ……

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Doğru
5	Doğru
6	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	16
2	düşük
3	klemens
4	2
5	donabiliyor
6	10
7	olmamalıdır

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	zarar
2	koruma
3	elektrodu
4	bakır
5	yüksek
6	boyunun
7	korunmalıdır

KAYNAKÇA

- http://www.projecim.com (01.06.2012 / 11:19)
- http://www.fenrehberi.com (11.06.2012 / 14:15)
- http://www.quickmountpv.com (08.06.2012 / 09:15)
- Wiley Electronics LLC. 2006-2010
- Iron Ridge Installation Manual, XRS Solar Rail System, http://www.ironridge.com (21.06.2012 / 16:45)
- http://www.radsan.com (17.06.2012 / 12:50)
- **Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği**, Ankara, 2002.